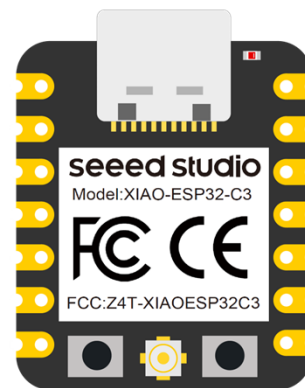


Как часто вы забывали ключ от дома или не могли его найти, когда собирались выходить?

А может быть вы не знаете, куда деть ключ от вашего шкафчика в фитнес-центре, когда собираетесь в бассейн или сауну?

А если шкафчик снабжён кодовым замком, переживали ли вы за то, что забудете комбинацию?

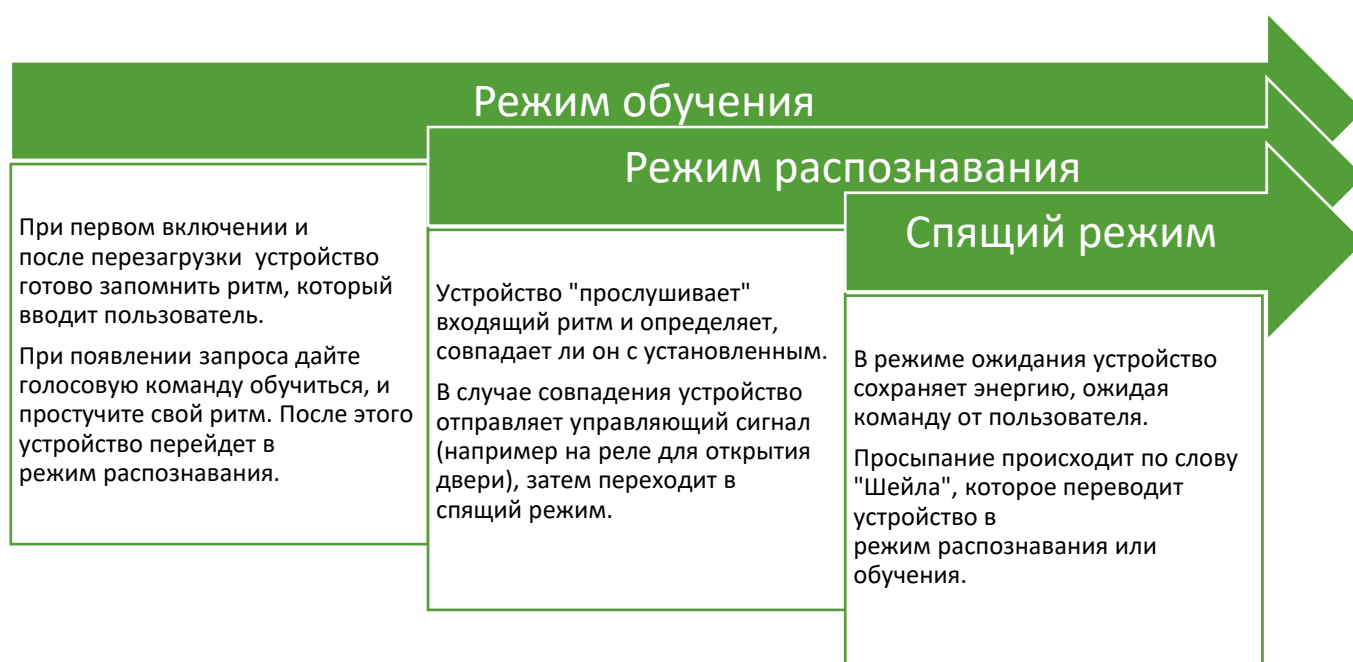
Теперь не нужно запоминать цифры или носить ключ с собой – достаточно задать определенный ритмический рисунок, например, из вашей любимой песни, для того чтобы замок открылся.



Применение такого устройства широко, вот несколько примеров:

- Управление замком. Открытие двери в дом, комнату, гараж, как метод входа без ключа.
- Ограничение доступа с помощью ритмического пароля к управлению устройствами умного дома (защита от детей): свет, вентилятор, кондиционер
- Доступ к автомобилю: секретки и кодовый ритм для запуска двигателя.
- Ограничение доступа внутри офисных помещений.
- Персональные шкафчики без физических ключей или запоминания цифровых комбинаций.

Давайте воспользуемся модулем умного ключа с искусственным интеллектом для создания простого автоматического замка, который будет обучаться определенному стуку (ритмическому рисунку) вместо физического ключа.



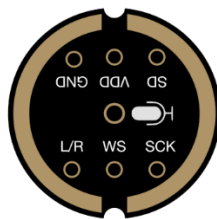
## Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

### Подготовка

Нам потребуются следующие элементы



AI-модуль на базе  
Seed Studio XIAO ESP32C3



Микрофон  
INMP441



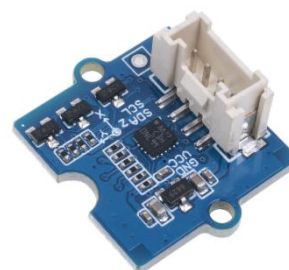
Динамик DX130N-A



Усилитель  
класса D i2s MAX98357A



Кнопка Grove либо аналог



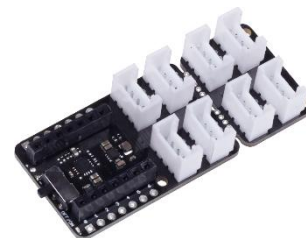
Трёхосевой цифровой  
акселерометр Grove  
(LIS3DHTR) или аналог



Универсальные 20см кабели  
Grove - с 4-мя контактами



Переходные кабели Grove с  
четырьмя контактами и жен-  
ским разъёмом типа джампер



ОПЦИОНАЛЬНО: Плата рас-  
ширения Grove Shield для XIAO с  
чипом управления батареей

Вы можете использовать свои элементы, учитывайте, что модуль сконфигурирован для работы с элементами с определенными параметрами, которые указаны в Приложении.

## Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

### Схема подключения

Собрать устройство можно подсоединив все элементы непосредственно к ножкам модуля

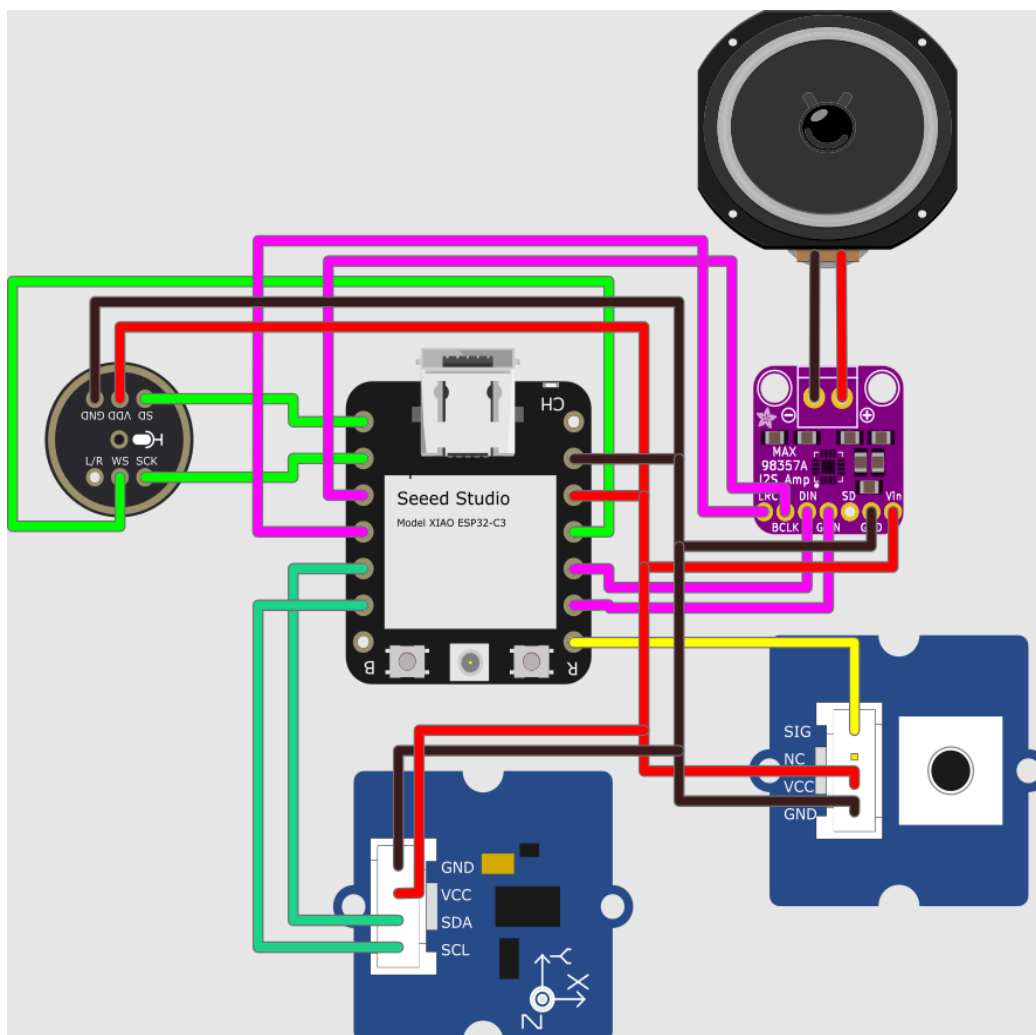
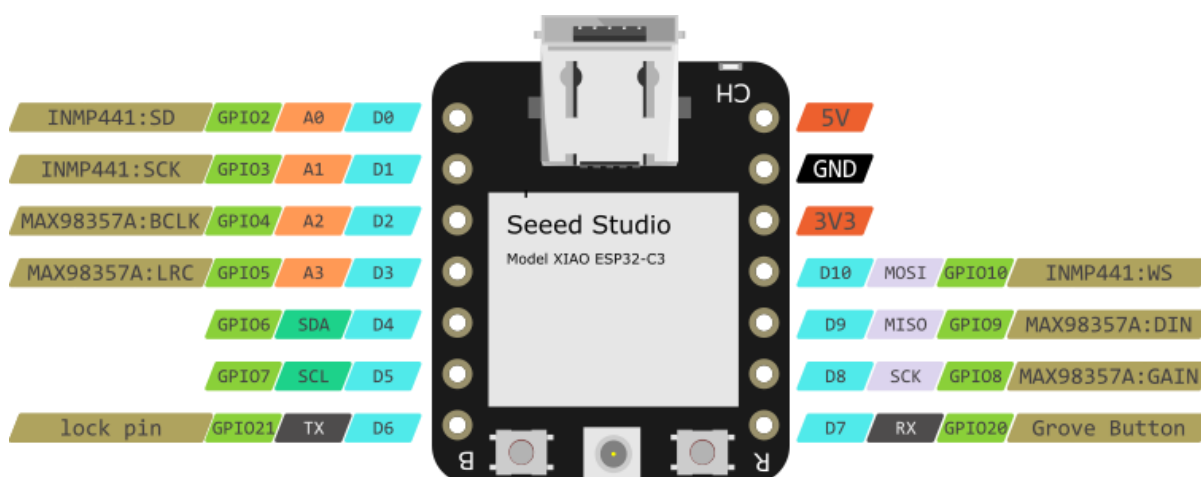


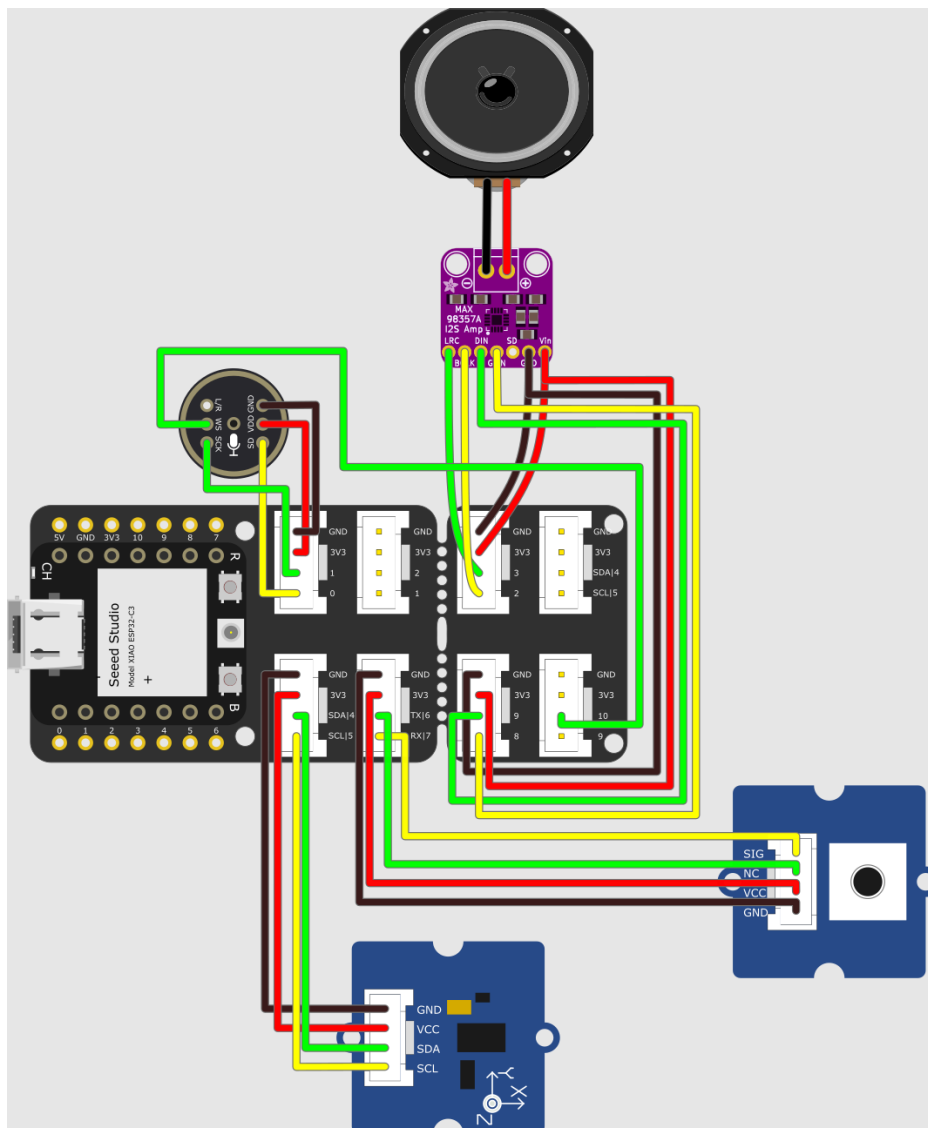
Схема какая ножка модуля за что отвечает:



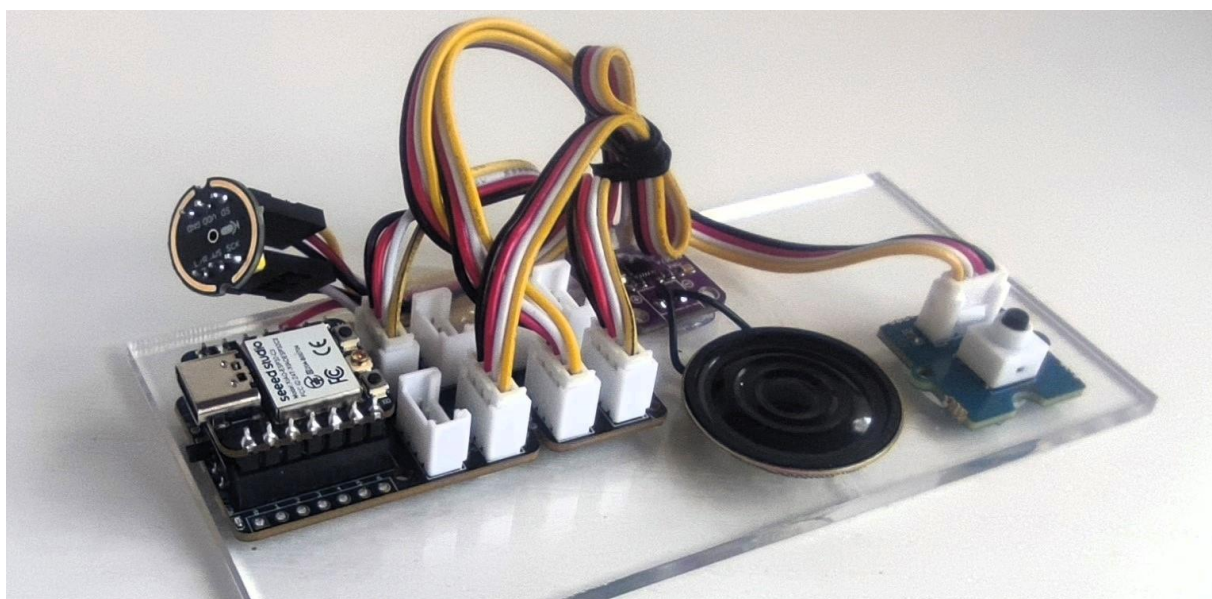
Switcher out - ножка, на которую будет подаваться сигнал при разблокировке замка (на 3 сек). К этой ножке может быть подключено пользовательское устройство, которое будет управлять замком.

Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

Также вы можете собрать устройство используя плату расширения Grove Shield:



Собранное устройство на базе платы Grove Shield может выглядеть так (акселерометр рекомендуем размещать не на самом устройстве, а на любой упругой поверхности, вынесенным на проводе)



Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

## Принцип работы

Основа устройства - модуль распознавания ритма, который разработан на базе чипа Seeed Studio XIAO ESP32C3.

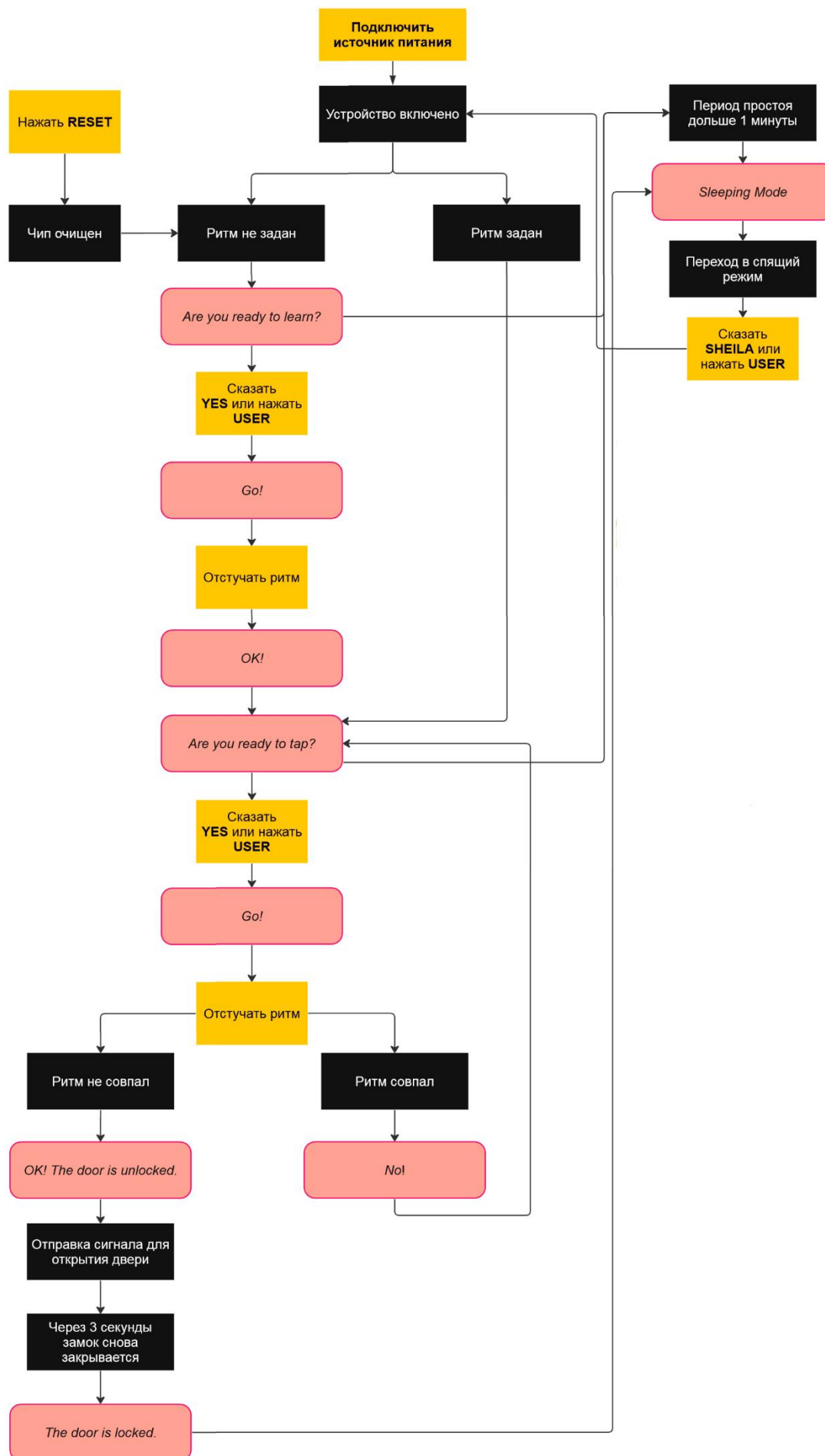
Это миниатюрная плата с 32-bit RISC-V процессором, работающим на скорости 160 МГц, имеющая 400 KB SRAM и 4 MB Flash-памяти.

Чип уже прошит, на нём находится программное обеспечение необходимое для работы, в том числе рекуррентная нейронная сеть, отвечающая за распознавание ритма.

В отличие от общераспространенных свёрточных нейросетей, для рекуррентной сети вам не нужен огромный датасет, чтобы научить устройство распознавать ваш ритм – оно запоминает ритмический рисунок с первого раза. А в дальнейшем вам не нужно воспроизводить его максимально идентично, с точностью до миллисекунд – устройство, как человек, поймет, является ритм тем же самым или нет, даже если там будут небольшие отклонения.

Общая блок-схема работы устройства и пояснения приведены ниже.

# Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма



## Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

### Режим обучения

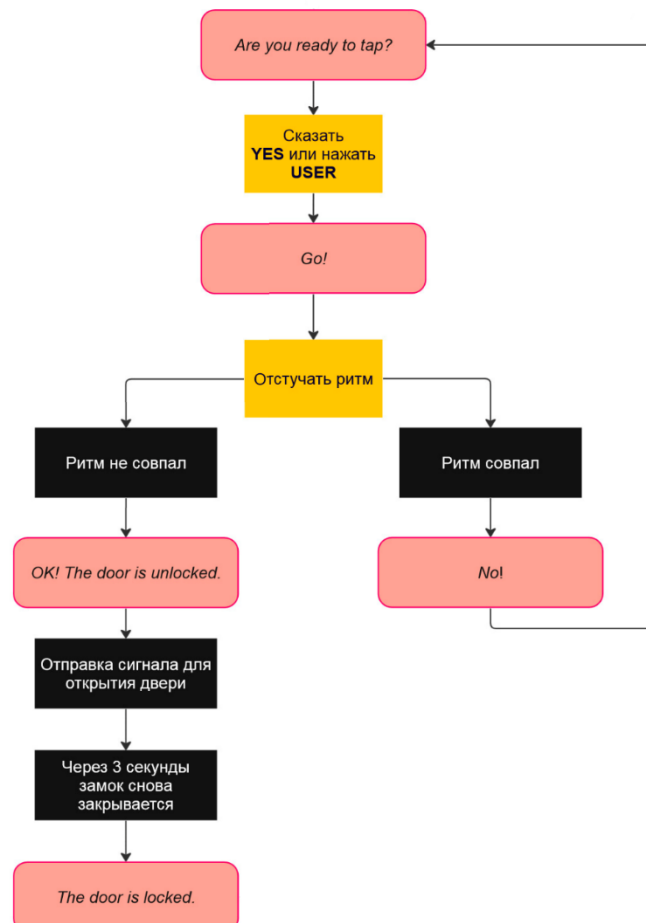
При первом включении и после перезагрузки устройство готово запомнить ритм, который вводит пользователь. При появлении запроса «*Are you ready to learn?*» («*Вы готовы к обучению?*») скажите «YES» («Да») или нажмите кнопку «USER», дождитесь команды «*Go!*» и простучите свой ритм. После этого устройство перейдет в режим распознавания.

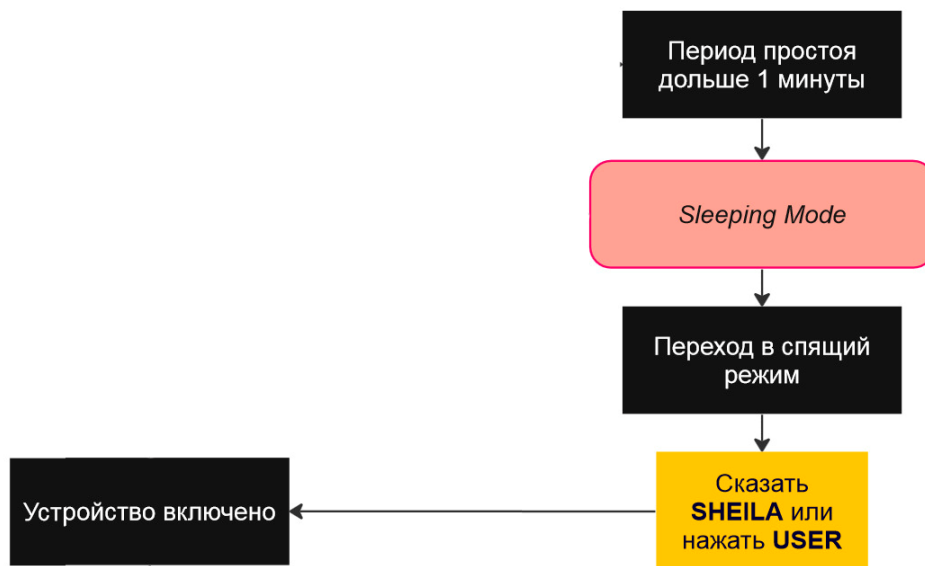


### Режим распознавания

После перехода в режим распознавания устройство спрашивает «*Are you ready to tap?*» («*Вы готовы простучать ритм?*») Скажите «Yes» или нажмите кнопку USER, дождитесь команды «*Go!*» и простучите свой ритм. Устройство "прослушивает" входящий ритм и определяет, совпадает ли он с установленным. Если ритм совпал, то устройство сообщает «*OK! The door is unlocked*» и отправляет сигнал на открытие двери (*switcher out – GPIO21, в течение 3 секунд*). После этого устройство переходит в спящий режим.

В случае, если ритм не совпал, устройство ещё раз попросит вас его простучать.





Устройство попадает в спящий режим после успешного распознавания ритма или после периода бездействия более 1 минуты.

Для вывода устройство из спящего режима и перехода к распознаванию или обучению скажите «Sheila».



Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

## Приложение. Технические характеристики используемого оборудования

### Модуль ключа на базе Seeed Studio XIAO ESP32C3

- Процессор: ESP32-C3 SoC. 32-битный одноядерный процессор RISC-V с четырехступенчатым конвейером, который работает на частоте до 160 МГц.
- Беспроводной модуль: полная подсистема Wi-Fi 2,4 Гц. Bluetooth 5.0/ Bluetooth mesh.
- Встроенная память: SRAM-память - 400 Кб, флэш-память - 4Мб.
- Интерфейсы: 1x UART, 1x IIC, 1x SPI, 11x GPIO (ШИМ), 4x АЦП. 1x кнопка Reset , 1x кнопка Boot.
- Размеры: 21 x 17,5 мм.
- Питание: рабочее напряжение сети: 3.3В@200мА.
- Питание зарядки: 50мА/100мА.
- Напряжение на входе (VIN): 5В.
- Потребление питания в спящем режиме: Спящий режим >44  $\mu$ А.
- Потребление питания при включённом Wi-Fi: Активный режим: <75 мА.
- Спящий режим модема: <25 мА.
- Режим неглубокого сна: <4 мА.
- Потребление питания при включённом BLE: Спящий режим модема: <27 мА.
- Режим неглубокого сна: <10 мА.
- Рабочая температура: -40°C ~ 85°C.

### Усилитель класса D i2s MAX98357A

- Выходная мощность: 3,2 Вт при 4  $\Omega$ , 10% КНИ, 1,8 Вт при 8 $\Omega$ , 10% КНИ, с обеспечением в 5 В.
- PSRR: 77 дБ тип @ 1 КГц.
- Частота дискретизации I2Sot 8кГц до 96кГц.
- MCLK не требуется.
- Уменьшение лишних шумов.
- Пять коэффициентов усиления на выбор: 3дБ, 6 дБ, 9 дБ, 12 дБ, 15 дБ.
- Отличная система подавления щелчков и хлопков.
- Защита от перегрева

### Микрофон INMP441

- Цифровой интерфейс I<sup>2</sup>S с высокоточным 24-битными данными.
- Высокое ОСШ: от 61 дБА.
- Высокая чувствительность: от -26 dBFS.
- Плоская частотная характеристика от 60 Гц до 15 кГц.
- Низкое энергопотребление: 1.4 мА.
- Высокий PSR: -75 dBFS.
- Малые габариты: 4.72 мм × 3.76 мм × 1 мм.
- Пригоден для пайки с оловянно-свинцовым припоем и припоем без свинца.
- Соответствие стандартам RoHS/WEEE.

### Кнопка Grove

- Рабочее напряжение: 3,3/5В.
- Ресурс: 200 000 циклов.
- Усилие нажатия: 100 ± 50gf.
- Рабочая температура: -25°C до +70°C
- Габариты: 20мм×20мм.

### Акустический динамик DX130N-A 0,5 Вт 8 Ом

- Эффективный рабочий диапазон частот 200-8000 Гц.
- Предельная мощность: шумовая - 0,5 Вт, пиковая - 1,5 Вт.

Руководство разработчика. Умный ключ с распознаванием кодового ритма

- Номинальное электрическое сопротивление (импеданс),  $\Omega$  8 Ом.
- Уровень характеристической чувствительности  $85 \pm 3$  дБ.
- Неравномерность АЧХ 18 дБ.
- Габаритные размеры  $\varnothing 30 \times 4,8$  мм.

Трёхосевой цифровой акселерометр Grove (LIS3DHTR)

- Питание: 3/5 В.
- Полный диапазон динамически выбираемых параметров  $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$ .
- Цифровой выходной интерфейс I2C/SPI/АЦП.
- 16-битный вывод данных.
- 2 независимых программируемых генератора прерываний для определения движения и свободного падения.
- Определение ориентации в 6D/4D.
- Распознавание свободного падения.
- Распознавание движения.
- Встроенный температурный датчик.
- Встроенный механизм самопроверки.
- Встроенные 32 уровня 16-битного вывода данных FIFO.